

## Існуючі уявлення щодо механізму насичення будівельних матеріалів спеціальними речовинами

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*В доповіді представлений опис сучасних уявлень про механізм насичення будівельних матеріалів спеціальними речовинами. У даному матеріалі розглянуто речовини, що використовуються для імпрегнування будівельних матеріалів, проаналізовано головні фактори, які впливають на проникнення речовин у товщу матеріалів, здійснено опис проникнення речовин в капілярно-пористі структури матеріалів, а також процесу полімеризації.*

**Ключові слова:** імпрегнування, будівельні матеріали, механізм насичення будівельних матеріалів, полімеризація.

### Abstract

*The report presents a description of modern ideas about the mechanism of saturation of building materials with special substances. In this material the substances used for the impregnation of building materials are analyzed, the main factors influencing the penetration of substances into the thickness of materials are analyzed, the description of penetration of substances in the capillary-porous materials structures and the polymerization process have been carried out.*

**Keywords:** impregnation, building materials, mechanism of saturation of building materials, polymerization.

### Вступ

Імпрегнування або насичення відноситься до хімічного методу захисту, надання нових або зміни поточних властивостей будівельних матеріалів та конструкцій. Хімічний метод вирішує проблему імпрегнування будівельних матеріалів шляхом проникання спеціальних речовин в їх структури.

На сьогоднішній день існує значна кількість способів насичення як органічних так і неорганічних будівельних матеріалів. Зважаючи на цей факт, можна зробити висновок про попит на здійснення наукової діяльності, яка стосується досліджень процесів, що відбуваються під час імпрегнування, в результаті яких можна виконувати розробку і модернізацію технологій та устаткування даної галузі.

### Результати дослідження

#### Головні фактори, що чинять вплив на проникнення речовин у товщу матеріалів

Проникнення речовин у товщу матеріалу залежить від груп факторів. Головним чином це хімічний склад та властивості просочувальних рідин, фізико-механічні властивості матеріалу, що підлягає імпрегнації, а також умови створені для процесу імпрегнування (технологія насичення).

Щоб охарактеризувати першу групу факторів впливу на процеси насичення необхідно розрізнити види спеціальних речовин, що можуть бути використані в якості просочувальних.

#### Спеціальні речовини, що використовуються для насичення будівельних матеріалів та їх властивості

Якщо мова йде про насичення органічних матеріалів, для прикладу, лісоматеріалів, тоді традиційними за просочувальні речовини вважаються групи розчинів антисептиків та антипиренів: масляні, водорозчинні і комбіновані [1].

Однак для насичення неорганічних будівельних матеріалів та виробів, що мають капілярно-пористі структури, до яких відносять, наприклад, бетонні чи залізобетонні вироби, використовують дещо інші речовини, головним чином – мономери. Нижче на рис. 1 приведена схема використання речовин, які використовуються для насичення неорганічних будівельних матеріалів – бетонів.

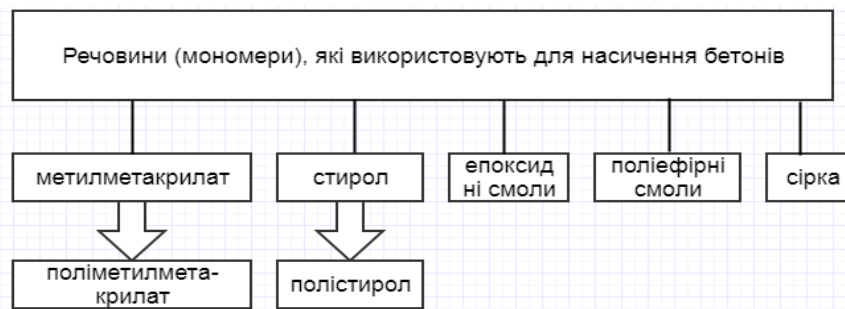


Рисунок 1 – Схема використання речовин для насичення неорганічних будівельних матеріалів (бетону, залізобетону)

Вимогою до речовин, які використовуються для насичення є їхнє перебування у рідкому стані. Не менш важливим є те, що дані речовини повинні володіти невисокою в'язкістю. Чим нижча в'язкість просочувальної речовини, тим швидше відбувається процес насичення. Від в'язкості також залежить і глибина проникнення даної речовини у товщу імпрегнованого матеріалу.

Окрім того, вплив на процес насичення мають така властивість просочувальних речовин як температура кипіння, крайовий кут змочування, величина якого визначає міжмолекулярну взаємодію часток поверхні твердих тіл з рідинами.

Зважаючи на вищезазначене, найчастіше в ролі просочувальної речовини використовують такі мономери (з подальшою полімеризацією) як: метилметакрилат, стирол; полімери: поліуретан, епоксидні смоли; продукти нафтопереробки: бітуми.

Метилметакрилат (ММА) – складний метиловий ефір метакрилової кислоти; безбарвна, масляниста рідина з ароматичним запахом, легко випаровується і запалюється. Температура кипіння – +100,3 °С, у водних розчинах знижується до +83 °С. Щільність – 0,935 г / см<sup>3</sup> (полімер – 1,2 г / см<sup>3</sup> і більше) [3,4].

Поліуретани – синтетичні полімери. Характеризуються високою зносостійкістю та якісними еластичними властивостями. Теплопровідність становить не більше 0,019...0,03 Вт / (м\*°С). Густина залежить від виду поліуретану і лежить в межах від 1,14 до 1,28 г / см<sup>3</sup>. Межа міцності на розтяг 0,5...1,9 МПа, на стиск – 0,15...1,0 МПа [3,4].

Бітум – термовіскозний матеріал, консистенція якого змінюється постійно зі зміною температури. Вона може бути від твердої при низьких температурах до дуже рідкої при температурах від +150 до +200 °С. Густина бітумів залежить від сорту і змінюється в залежності від температури. Вона коливається від 0,86 до 1,3 г / см<sup>3</sup>. Теплопровідність характерна для аморфних речовин і становить 0,5-0,6 Вт / (м\*°С). Поверхневий натяг бітумів при температурі +20...+25 °С становить 25...35 ерг / см<sup>2</sup> [3,4].

Умовно поділяють речовини для насичення на міцні, середньої міцності та низької міцності. Останні частіше використовуються для поверхневого насичення конструкцій задля збільшення їх довговічності, корозійної стійкості, проникності.

#### Вплив виду технології імпрегнування на процеси насичення

Застосування тієї чи іншої технології насичення будівельних матеріалів, має чи неголовний вплив на результат імпрегнування. На сьогоднішній день існує деяка кількість різновидів технологій насичення, причому велика їх кількість стосується насичення органічних матеріалів. Зокрема, аналізуючи [2,6,7], можна виділити дифузійне насичення, вимочування, ультразвукове імпрегнування, насичення під дією постійного чи змінного тиску, відцентрове насичення, насичення під дією атмосферного тиску. Менш широким є асортимент вибору технології імпрегнування саме неорганічних будівельних матеріалів. Найчастіше сучасні технології імпрегнації представляють комбінацію декількох з вище перелічених технологій.

#### Як відбувається проникнення речовин в структури матеріалу

Для ефективного протікання процесів насичення, особливо таких, які відбуваються під дією атмосферного тиску, важливим є низьке значення крайового кута змочування, що призводить до підвищення ліофільності матеріалу, який підлягає насиченню. Залежність крайового кута змочування від сил поверхневого натягу представлена відомою формулою Юнга (1).

$$\cos\theta = \frac{\sigma_{23} - \sigma_{13}}{\sigma_{12}}, \quad (1)$$

де  $\theta$  – крайовий кут змочування;

$\sigma_{23}$  – поверхневий натяг на межі газу і просочувального матеріалу, Н/м;

$\sigma_{13}$  – поверхневий натяг рідини на межі з просочувальним матеріалом, Н/м;

$\sigma_{12}$  – поверхневий натяг рідини на межі з газом, Н/м.

З формули (1) видно, що досягнення мінімальної величини крайового кута змочування можливо лише за низького показника сили поверхневого натягу просочувальної рідини на межі з газом та матеріалом, який підлягає насиченню.

З огляду на те, що більшість будівельних матеріалів, таких як деревина чи бетон мають капілярно-пористу структуру, для опису механізму руху речовин (рідин) у них доцільно використовувати рівняннями динаміки шарових течій та фільтраційними рівняннями.

Для визначення ступені (глибини) насичення можна використати видозмінену формулу П. С. Серговського [5]:

$$x = V \cdot t . \quad (2)$$

де  $x$  – глибина проникнення рідини, м;

$V$  – швидкість руху просочувальної рідини крізь капіляри;

$t$  – тривалість насичення, с.

При цьому швидкість заповнення пористої структури деревини визначається формулою [5]

$$V = \sqrt{-K \frac{\Delta P + \frac{2\sigma}{z}}{\gamma \cdot t}} . \quad (3)$$

де  $K$  – коефіцієнт фільтрації;

$\Delta P$  – перепад тиску по глибині  $x$ ,

$\rho a$ ;  $\sigma$  – поверхневий натяг просочуваного розчину;

$z$  – радіус капілярів насичуваної деревини, м;

$\gamma$  – питома вага просочуваної рідини.

Така особливість бетонних структур як наявність мікротріщин, які виконують функцію магістральних капілярів, що сполучають між собою великі пори, дає змогу просочувальній рідині спочатку заповнити великі пори, а потім поступово заповнити менші пори та капіляри, які віддалені від областей великих пор. Це зумовлює протікання процесу насичення в два етапи: швидке насичення та більш повільне насичення.

#### Опис процесу полімеризації

В подальшому, після заповнення просочувальною речовиною пор та капілярів бетону, дана речовина повинна загуснути і в кінцевому результаті перейти в твердий стан, тобто полімеризуватися. Явище полімеризації дозволяє покращити взаємодію полімера зі структурами бетону, а також запобігає витіканню чи випаровуванню полімера з пор бетону. Крім того, в процесі переходу в твердий стан, полімер може набути нових властивостей. Дані властивості залежать від виду матеріалу, який підлягає імпрегнації, а також від виду просочувальної речовини (мономера).

При полімеризації метилметакрилату досягається збільшення його міцності, величина якої в кінцевому результаті може становити до 80 МПа [2].

#### Висновки

Сучасні уявлення щодо механізму імпрегнування будівельних матеріалів передбачають опис даного явища як рідинами тіл, що мають капілярно-пористу будову. Для опису процесів змочування поверхні, руху рідини в середині таких тіл використовують рівняння та залежності, деякі з яких наведені у даному матеріалі. Поширеним є використання рівнянь динаміки шарових течій, а також фільтраційних рівнянь. Використання тих чи інших закономірностей залежить від виду технології імпрегнування та інших конкретних умов насичення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Электронный журнал «Антисептики для древесины» [Электронный ресурс]. Режим доступа до ресурсу: <http://www.zs-z.ru/>
2. Баженов Ю. М. Бетнополимеры / Баженов Ю. М.: – Москва : СТРОЙИЗДАТ, 1983. – 462 с. 1.
3. Журнал «Полимерные материалы» [Электронный ресурс]. Режим доступа до ресурсу: [www.polymerbranch.com](http://www.polymerbranch.com)
4. Батуева И. Ю. Химия нефти / Батуева И. Ю., Гайле А. А., Поконова Ю. В. и др.: – Ленинград : Издательство «Химия», 1985. – 360 с.
5. Серговский П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П. С. Серговский, А. И. Расев – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 400 с.
6. Архипов А.И. Получение монолитных плит из силикатных материалов методом пропитки. – Дис. канд. техн. наук: 05.23.05, 05.23.02. – Днепропетровск, 1984. – 235 с.
7. Shokrieh M.M., Heidari-Rarani M., Shakouri M., Kashizadeh E. Effects of thermal cycles on mechanical properties of an optimized polymer concrete. Construction and Building Materials, 2011/8/1, vol. 25, issue no.8, pp. 3540-3549.

**Олег Олегович Горюн** – аспірант кафедри інженерних систем в будівництві, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [olezhka.gor.94@gmail.com](mailto:olezhka.gor.94@gmail.com).

Науковий керівник: **Іван Васильович Коц** – кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [ivkots@i.ua](mailto:ivkots@i.ua).

**Oleh O. Horiun** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : [olezhka.gor.94@gmail.com](mailto:olezhka.gor.94@gmail.com).

Supervisor: **Ivan V. Kots** — Ph. D. (Eng.), professor of the department of engineering in construction:, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [ivkots@i.ua](mailto:ivkots@i.ua).